

УДК 669:539

**В. М. Кийко\***

Институт физики твердого тела РАН, г. Черноголовка

\*kiiko@issp.ac.ru

## КОМПОЗИТНЫЕ ОКСИДНЫЕ ВОЛОКНА ДЛЯ АРМИРОВАНИЯ ХРУПКИХ МАТРИЦ

Методом внутренней кристаллизации получены волокна на основе систем оксидов  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{—CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{—BaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{—La}_2\text{O}_3$ . Волокна испытаны на прочность. Прочность волокон обеспечивается сапфиром, а трещиностойкость — гексаалюминатами кальция, или бария, или лантана, входящими в состав их структур.

*Ключевые слова:* волокно, оксид, расплав, кристаллизация, структура, испытание, прочность, трещиностойкость.

**V. M. Kiiko**

## COMPOSITE OXIDE FIBERS FOR REINFORCING BRITTLE MATRICES

By the method of internal crystallization fibers based on the systems of oxides  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{—CaO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{—BaO}$ , and  $\text{Al}_2\text{O}_3\text{—La}_2\text{O}_3$  were obtained. The fibers are tested for strength. The strength of the fibers is ensured by sapphire, and the fracture toughness is ensured by calcium hexaaluminates, or barium, or lanthanum, which are part of their structures.

*Key words:* fiber, oxide, melt, crystallization, structure, testing, strength, fracture toughness.

**П**редставленные в работе оксидные композитные волокна трех различных составов нацелены прежде всего на применение их в качестве армирующих компонентов высокотемпературных конструкционных материалов. Волокна получены методом внутренней кристаллизации [1], и процедура получения подобных волокон описана, например, в работах [2, 3]. Исходными компонентами являются смеси

оксидов  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{CaO}$ , или  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{BaO}$ , или  $\text{Al}_2\text{O}_3$  и  $\text{La}_2\text{O}_3$  (указано в поле графика рис. *а*). Отличительной особенностью этих волокон является композитность их структуры, формирующейся в процессе кристаллизации расплавов указанных смесей: содержащийся в волокнах сапфир обеспечивает их высокую прочность, а гексаалюминаты кальция ( $\text{CaAl}_{12}\text{O}_{19}$ ), или бария ( $\text{BaAl}_{12}\text{O}_{19}$ ), или лантана ( $\text{LaAl}_{11}\text{O}_{18}$ ) — трещиностойкость. Относительно слабые плоскости, имеющиеся в структурах гексаалюминатов, служат тормозами распространения возникающих в хрупких композитных материалах трещин. Волокна испытаны на прочность. Результаты представлены на рис. Величины прочности могут быть получены умножением приведенных значений предельных деформаций (деформаций разрушения) на значения модулей Юнга материалов волокон.

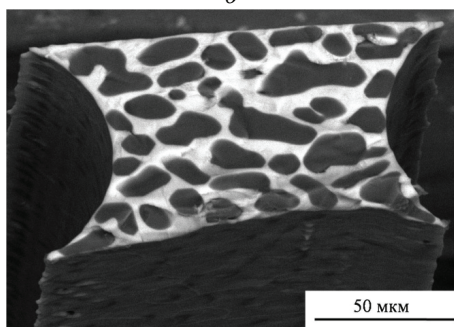
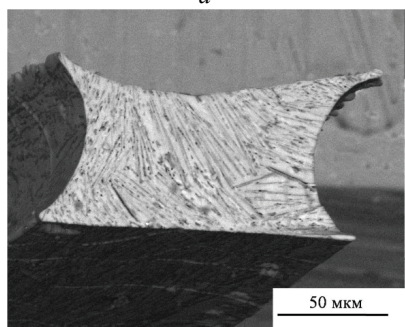
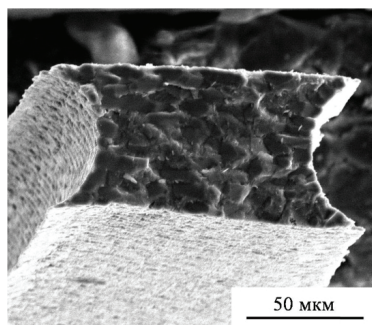
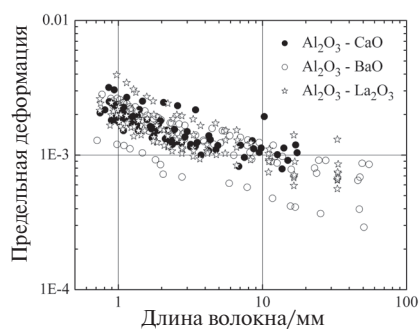


Рис. Результаты испытаний волокон на прочность:

*а* — зависимости предельных деформаций трех партий оксидных волокон — исходный состав указан в поле графика — при испытаниях на прочность при комнатной температуре; поверхности разрушения испытанных волокон (*б*, *в*, *г*), — черные области — оксид алюминия (сапфир), светлые области — сложные оксиды, содержащие гексаалюминаты: *б* — кальция, *в* — бария, *г* — лантана

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 17–03–01136 а).*

### **Литература**

1. Mileiko S. T., Kazmin V. I. Crystallization of fibres inside a matrix: a new way of fabrication of composites // Journal of Materials Science. 1992. V. 27. P. 2165–2172.
2. Composite Oxide Fibres Grown by Internal Crystallisation Method / S. Mileiko [et al.] // Fibers. 2017. V. 5, Iss. 4. Art. № 48.
3. Kiiko V. M. Composite oxide fibers and brittle matrix composites based on them / V. M. Kiiko [et al.] // IOP Conference Serues: Materials Science and Engineering, 2019. V. 525. Art. № 012021.